



## Guía docente

# 205082 - 205082 - Ingeniería IoT

Última modificación: 30/05/2025

**Unidad responsable:** Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa

**Unidad que imparte:** 710 - EEL - Departamento de Ingeniería Electrónica.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS Y ELECTRÓNICA INDUSTRIAL (Plan 2012). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL (Plan 2013). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA AERONÁUTICA (Plan 2014). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA ESPACIAL Y AERONÁUTICA (Plan 2016). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA MECÁNICA (Plan 2021). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA MECÁNICA (Plan 2024). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL (Plan 2025). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2025

**Créditos ECTS:** 3.0

**Idiomas:** Inglés

### PROFESORADO

**Profesorado responsable:** JOSE ANTONIO SORIA PEREZ

**Otros:**

### CAPACIDADES PREVIAS

Al ser una asignatura introductoria, las actividades pueden seguirse sin capacidades previas relevantes previas. No obstante, se recomienda tener un conocimiento medio de lenguajes de programación hardware (C++ y Python) así como lenguaje BASH en sistemas Windows y Linux, y experiencia de montaje de prototipos electrónicos.

### REQUISITOS

Estar graduado en algunos de los grados de ingeniería que ofertados por la UPC (o que sean equivalentes, en caso de proceder de otra Universidad) y matriculado en algunos de los másteres adscritos a la ESEIAAT o UPC

### METODOLOGÍAS DOCENTES

Las clases combinan explicaciones teóricas con actividades con dispositivos hardware IoT reales. Las actividades son guiadas a través del campus Atenea de UPC y se imparten íntegramente en el laboratorio en lengua inglesa. Al finalizar las actividades del curso, se propone un proyecto (IoTP) basada en una aplicación IoT que el grupo implementará en el laboratorio. Este proyecto, se documentará en un artículo (DOC), formato IEEE que el grupo entregará como conclusión de la asignatura.

Al finalizar el curso se realizará un cuestionario tipo test (QIoT) para valorar los conceptos generales adquiridos en el curso.



## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

- Entender los fundamentos del Internet de las Cosas: sus arquitecturas, tecnologías y aplicaciones en distintos ámbitos.
- Diseñar e implementar soluciones IoT basadas en redes con sensores físicos con microcontroladores MCU, y plataformas SBC de servidores para la visualización de datos y control remoto por Internet.
- Familiarizarse con los diversos protocolos de comunicación por Internet, modelos de red y arquitecturas que permiten la interoperabilidad de los agentes IoT conectados.
- Comprender el impacto de los ecosistemas IoT en la vida cotidiana y la industria, tanto a nivel social, ético y de seguridad/integridad de los datos.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	9,0	12.00
Horas aprendizaje autónomo	48,0	64.00
Horas grupo grande	18,0	24.00

**Dedicación total:** 75 h

## CONTENIDOS

### 1. Hardware para el IoT

#### Descripción:

En este apartado se conocerán y practicará con los elementos hardware y herramientas principales (ESP8266/32, STN32, Raspberry Pi o similar) que sirven para desarrollar aplicaciones IoT en el laboratorio

Contenido del bloque 1:

- 1.1 Fundamentos del Internet de las cosas (IoT)
- 1.1.1 Definición, historia y aplicaciones
- 1.1.2 Arquitectura MCU clásica vs arquitectura IoT
- 1.1.3 Dispositivos: Sensores y actuadores
- 1.1.4 Modelos de comunicación OSI: Cliente-Servidor, Publicación-Suscripción, P2P, MultiCast, etc
- 1.2 Sistemas empotrados: MCUs IoT y SBCs para servidores en red
  - 1.2.1 Introducción a ESP8266/32, Raspberry Pi, STM32, etc.
  - 1.2.2 Programación con ArduinoIDE, MicroPython, PlatformIO y PiArduino
  - 1.2.3 Comunicaciones cableadas: 1-Wire, SPI, I2C
  - 1.2.4 Comunicaciones inalámbricas LPWM y alta velocidad: RF, Zigbee, LoRaWan, BLE y WiFi

#### Objetivos específicos:

- Identificar los elementos clave de un sistema IoT (sensores, actuadores, red, procesamiento, interfaz).
- Configurar y programar microcontroladores (ESP8266, ESP32, Raspberry Pi, Raspberry Pi Pico) para interactuar con sensores y actuadores.

#### Actividades vinculadas:

- Laboratorio IoT (LAB)
- Test IoT (QIoT)
- Proyecto IoT (IoTP)

#### Dedicación:

Grupo grande/Teoría: 3h 22m

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 40m

Aprendizaje autónomo: 8h 58m



## 2. Introducción a los servidores Web

### Descripción:

En esta sección se introducen los conceptos fundamentales que requiere la implementación de aplicaciones web

Contenidos del bloque 2:

- 2.1 Introducción a los protocolos IoT: HTTP, SMTP, FTP, MQTT i CoAp
- 2.2 Servidores Síncronos (HTTP polling)
  - 2.2.1 Introducción a los paquetes TCP/IP y HTTP
  - 2.2.2 BOM (Browser Object Model: Introducción básica a la creación de páginas web (HTML, CSS y JavaScript, etc)
  - 2.2.3 Aplicación "Hello World" con ESP8266 Server
  - 2.2.4 HTTP REST: Comandos GET y POST
  - 2.2.5 Servidores web seguros HTTPS
  - 2.2.6 Formato de datos JSON

### Objetivos específicos:

- Aprender a implementar una comunicación HTTP básica cliente-servidor con ESP8266/32 y Raspberry Pi.
- Capturar y enviar datos (formato JSON) a nodos sensores/actuadores mediante comandos GET/POST.
- Desarrollar interfaces web o dashboards para visualización de datos desde dispositivos IoT.

### Actividades vinculadas:

- Laboratorio IoT (LAB)
- Test IoT (QIoT)
- Proyecto IoT (IoTP)

### Dedicación: 35h

Grupo grande/Teoría: 8h 24m

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h 12m

Aprendizaje autónomo: 22h 24m



### 3. Protocolos IoT Asíncronos

#### Descripción:

En esta sección se dan a conocer los principales protocolos de comunicación utilizados en IoT y se desarrollan aplicaciones de comunicación entre varios dispositivos.

Contenidos del bloque 3:

- 3.1 Servidor Web Asíncrono
  - 3.1.1 HTTP síncrono vs. HTTP asíncrono
  - 3.1.2 WebSockets y Socket.io
  - 3.1.3 SSE (Server-Sent Events)
- 3.2 Redes IoT
  - 3.2.1 Tipologías: Estrella, Mesh, P2P, etc.
  - 3.2.2 MQTT (Message Queuing Telemetry Transport).
  - 3.2.3 ESP-MESH con ESP-NOW.

#### Objetivos específicos:

- Distinguir los modelos de comunicación de red en IoT (cliente-servidor, publish-subscribe, M2M, etc).
- Conocer e implementar los principales protocolos de comunicación asíncronos y tecnologías asociadas (MQTT, Websockets, Server-Sent-Events, LoraWan, etc) con ESP8266/32 y Raspberri Pi.
- Dotar a las interfaces web o dashboards de mecanismos de visualización de datos en tiempo real desde dispositivos IoT.
- Integrar soluciones IoT con herramientas web como Node-RED.

#### Actividades vinculadas:

- Laboratorio IoT (LAB)
- Test IoT (QIoT)
- Proyecto IoT (IoTP)

#### Dedicación: 25h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 16h



#### 4. IoT Avanzado

##### Descripción:

Contenido del bloque 4:

4.1 Plataformas IoT en la nube: ThgingSpeak, The Things Network AWS IoT Core, Azure IoT Hub, etc

4.2 Herramientas de diseño Web: Node-Red, Drafana, FreeBoard.io, ThingsBoard, etc

4.3 Servidores web en SBCs: Flask, LAMMP, XAMPP, etc.

4.4 Bases de datos: SQL, Influx DB, TimeScale DB

4.5 Seguridad IoT:

4.5.1 Amenazas comunes: ataques DDoS, sniffing, spoofing, man-in-the-middle, etc.

4.5.2 Mecanismos de protección: Certificados TLS/SSL, Autenticación, Cifrado AES, Protección hardware, etc.

4.6 Casos de estudio: Agricultura, ciudades inteligentes, domótica, Indústria 4.0 i medicina.

##### Objetivos específicos:

- Diseñar proyectos que resuelvan un problema mediante IoT: monitorización ambiental, domótica, ciudades inteligentes, agricultura, etc.

- Integrar soluciones IoT con plataformas cloud como ThgingSpeak, Blynk, Ubidots, Azure, o AWS IoT).

- Almacenar datos recogidos de sensores en bases de datos locales o en la nube: SQL, SQLite, InfluxDB, Firebase, etc.

- Aplicar principios básicos de seguridad en el diseño de sistemas IoT: Autenticación, cifrado, protección de APIs, etc.

##### Actividades vinculadas:

- Laboratorio IoT (LAB)

- Test IoT (QIoT)

- Proyecto IoT (IoTP)

- Informe Técnico (DOC)

##### Dedicación: 1h

Grupo grande/Teoría: 0h 14m

Grupo pequeño/Laboratorio: 0h 07m

Aprendizaje autónomo: 0h 39m

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Nota Final =  $0.35 \cdot \text{LAB} + 0.35 \cdot \text{IoTP} + 0.2 \cdot \text{DOC} + 0.1 \cdot \text{QIoT}$

con los siguientes ítems:

- LAB: Actividades guiadas de montaje de prototipos IoT en el laboratorio

- IoTP: Trabajo en grupo de un desarrollo IoT con sensores/actuadores y dos o más dispositivos trabajando en red

- DOC: Informe técnico del trabajo desarrollado en el apartado IoTP

- QIoT: Test de conocimientos generales relacionados con el ámbito de la ingeniería IoT

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

- Para ser valorado del proyecto (IoTP), el estudiante deberá demostrar su funcionamiento en el laboratorio previo a la realización del informe técnico (DOC).

- El informe técnico deberá ser un artículo, con formato IEEE de dos columnas, no superior a 15 páginas y redactado en lengua inglesa.



## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Domínguez Mínguez, Tomás. Desarrollo de aplicaciones IoT en la nube para Arduino y ESP8266. Barcelona: Marcombo, 2020. ISBN 9788426728456.
- Hillar, Gastón Carlos. Hands-on MQTT programming with Python: work with the lightweight IoT protocol in Python. Birmingham: Packt Publishing, 2018. ISBN 9781789138542.
- Smart, Gary. Practical Python programming for IoT: build advanced IoT projects using a Raspberry Pi 4, MQTT, RESTful APIs, WebSockets, and Python 3. Birmingham: Packt Publishing, 2020. ISBN 9781838982461.

### Complementaria:

- Boswarthick, D.; Elloumi, O.; Hersent, O. M2M communications: a systems approach. Chichester, West Sussex, U.K: John Wiley & Sons, 2012. ISBN 9781119994756.
- Veneri, Giacomo; Capasso, Antonio. Hands-on industrial Internet of Things: create a powerful industrial IoT infrastructure using industry 4.0 [en línea]. Birmingham: Packt Publishing, 2018 [Consulta: 20/05/2025]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=5608194>. ISBN 9781789538304.
- Lea, Perry. IoT and edge computing for architects [en línea]. Birmingham: Packt Publishing, 2020 [Consulta: 20/05/2025]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=6130759>. ISBN 9781839214806.

## RECURSOS

---

### Otros recursos:

#### Basic

- <http://www.arduino.cc> – Arduino programming
- <https://www.raspberrypi.org/documentation/> – Raspberry programming

#### Complementary

- <https://randomnerdtutorials.com/> /> <https://lastminuteengineers.com/>